

Aus der Dermatologischen Klinik und Poliklinik
der Philipps-Universität Marburg an der Lahn

Direktor: Prof. Dr. med. H. C. Friederich

Der Paraffingehalt der Hautoberflächenlipide
Einfluß der Luftverschmutzung
und der Methode der Lipidgewinnung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Humanmedizin
der
Philipps-Universität Marburg/Lahn

vorgelegt von

Helmut Josephs
aus **Monschau**

Marburg 1975

Fotodruck: Erich Mauersberger, Marburg

Aus der Dermatologischen Klinik und Poliklinik
der Philipps-Universität Marburg an der Lahn

Direktor: Prof. Dr. med. H. C. Friederich

Der Paraffingehalt der Hautoberflächenlipide
Einfluß der Luftverschmutzung
und der Methode der Lipidgewinnung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde
des Fachbereichs Humanmedizin
der
Philipps-Universität Marburg/Lahn

vorgelegt von

Helmut Josephs
aus Monschau

Marburg 1975

Fotodruck: Erich Mauersberger, Marburg



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der Philipps -
Universität Marburg am 21. 11. 1975

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof Dr. Oepen

Referent: Prof Dr. Friederich

Korreferent: Prof. Dr. Bernhardt

Inhaltsverzeichnis

Seite

<u>A. Einleitung</u>	1
<u>B. Material, Methodik und Ergebnisse</u>	2
I. Angewendete Methoden	2
a) Reinigung von Lösungsmitteln mit Hilfe eines Rotationsverdampfers	2
b) Lipidgewinnung durch direkte Extraktion	4
c) Lipidgewinnung durch Absorption	5
d) Gravimetrische Bestimmung der Lipidmenge	9
e) Dünnschichtchromatographische Analyse der Lipidzusammensetzung	10
f) Statistischer Vergleich	16
II. Versuchsanordnungen und Ergebnisse bei den einzelnen Versuchsreihen	17
a) Vergleich verschiedener Lösungsmittel	17
b) Vergleich zwischen vorgereinigtem und nicht vorgereinigtem Petroleumbenzin	19
c) Vergleich zwischen casual level- und replacement sum - Proben	22
d) Vergleich zwischen direkter Extraktions- methode und Absorptionsmethode	25
e) Einfluß der Abgasexposition	28
f) Einfluß klimatischer Bedingungen	30
<u>C. Diskussion</u>	33
<u>D. Zusammenfassung</u>	40
<u>E. Literaturverzeichnis</u>	41
<u>F. Anhang</u>	



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. Einleitung

Quantitative Untersuchungsergebnisse über die Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide sind nur bedingt vergleichbar; denn neben unterschiedlichen Analysemethoden beeinflußt vor allem auch die Art der Lipidgewinnung das Ergebnis. Besonders große Diskrepanzen zwischen den Untersuchungsergebnissen verschiedener Autoren bestehen bezüglich des Anteils der Paraffine. Die vorliegenden Untersuchungen sollen zur Klärung der Frage beitragen, welchen Einfluß die Art der Materialgewinnung auf das Ergebnis von Analysen der Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide insbesondere auf den ermittelten Anteil der Paraffine hat.

Umstritten ist außerdem die Herkunft der Paraffine in den Hautoberflächenlipiden. Die vorliegenden Untersuchungen sollen klären, welche Bedeutung die Luftverschmutzung auf den Paraffinanteil an den Hautoberflächenlipiden hat.

B. Material, Methodik und Ergebnisse

I. Angewendete Methoden

a) Reinigung von Lösungsmitteln mit Hilfe eines Rotationsverdampfers

Bei den unten beschriebenen Versuchsreihen kamen vorge-reinigte Lösungsmittel zur Anwendung. Die Vorreinigung der Lösungsmittel wurde mit Hilfe eines Rotationsver-dampfers¹⁾ vorgenommen. Abb. 1 zeigt den verwendeten Ro-tationsverdampfer mit den nötigen Hilfsaggregaten. Die in der folgenden Darstellung verwendeten Zahlen entspre-chen denen der Abb. 1. .

Das Prinzip der Vorreinigung beruht darauf, daß das zu reinigende Lösungsmittel zum Verdampfen gebracht wird, während die nicht- bzw. schwerflüchtigen gelösten Bestand-teile nicht verdampfen und im Vorlagekolben zurückblei-ben.

Der Rotationsverdampfer beschleunigt diesen Vorgang da-durch, daß über dem Vorlagekolben (1), in dem sich das zu destillierende Lösungsmittel befindet, mittels einer Wasserstrahlpumpe (2) ein Vakuum erzeugt wird. Dies hat zur Folge, daß der Siedepunkt des Lösungsmittels herab-gesetzt wird. Durch ein thermostatisch geregeltes Wärme-bad (3) wird die Temperatur des Kolbens sowie des darin befindlichen Lösungsmittels auf einem konstanten Wert gehalten. Der Vorlagekolben kann mit Hilfe eines Motors (4) in eine Drehbewegung versetzt werden, so daß eine gleichmäßige Erwärmung des Kolbens und dessen Inhalts gewährleistet ist. Das verdunstete Lösungsmittel wird

¹⁾ Hersteller: Firma BÜCHI, Zürich

durch eine Kühlspirale (5) zur Kondensation gebracht, schlägt sich an dieser und der umgebenden Glashülle nieder und wird im Auffangkolben (6) gesammelt. Die Kühlspirale wird mit Wasser durchströmt, welches sich in einem Glasbecken (7) befindet und mit Eis konstant auf 0°C gehalten wird. Eine Pumpe (8) besorgt den Transport des Eiswassers durch die Kühlspirale und zurück in das Glasbecken.

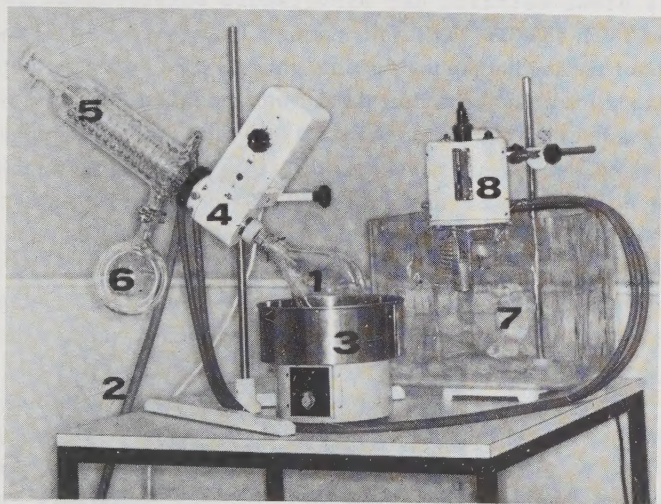


Abb. 1: Rotationsverdampfer mit Hilfsaggregaten. 1 - Vorlagekolben; 2 - Anschluß der Wasserstrahlpumpe; 3 - Wärmebad; 4 - Motor; 5 - Kühlspirale in Glashülle; 6 - Auffangkolben; 7 - Glasbecken mit Eiswasser; 8 - Pumpe mit Schlauchleitungen zur Kühlspirale und zurück zum Glasbecken.

Mit Hilfe dieser Apparatur gelingt es, selbst größere Mengen Lösungsmittel innerhalb kurzer Zeit zu destillieren und dadurch von Verunreinigungen zu befreien. Selbstverständlich muß darauf geachtet werden, daß die Glasschliffe der Apparatur nicht gefettet sind, da sonst Fettverunreinigungen in das Destillat gelangen können.

b) Lipidgewinnung durch direkte Extraktion

Die Hautoberflächenlipide werden am Rücken in Höhe von Th 4 etwas seitlich der Wirbelsäule entsprechend den Angaben von HONSIG (26) entnommen. Dazu wird ein Glaszylinder mit einer Grundfläche von 16 cm^2 auf die Haut aufgedrückt und mit der Hand festgehalten (Abb. 2).

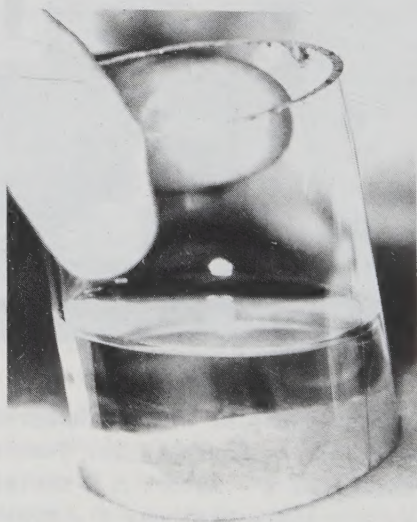


Abb. 2: Direkte Extraktion der Hautoberflächenlipide mit Hilfe eines beidseitig offenen Glaszylinders

Dann werden 10 ml eines Lösungsmittels mit Hilfe einer Pipette in den Glaszylinder eingefüllt und unter Umschütteln für genau 2 Minuten darin belassen. Nach dieser Zeit werden das Lösungsmittel und die darin gelösten Hautoberflächenlipide mittels der Pipette abgesaugt und durch ein Papierfilter in ein beschriftetes Reagenzglas gegeben. Das Filter wird anschließend mit 2 ml Lösungsmittel der gleichen Charge durchspült.

c) Lipidgewinnung durch Absorption

Diese Methode beruht auf Angaben von STRAUSS und POCHI (47). Die in den vorliegenden Untersuchungen verwendete Absorptionsmethode unterscheidet sich davon nur durch die Entnahmestelle. Während STRAUSS und POCHI die Hautoberflächenlipide an der Stirne entnehmen, wurden die Hautfette in diesen Versuchen am Rücken an der gleichen Stelle extrahiert wie bei der oben beschriebenen Methode der direkten Extraktion, da die Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide an den verschiedenen Körperstellen unterschiedlich ist (9, 16, 24).

Nach den oben genannten Autoren werden die Hautoberflächenlipide mit Hilfe von saugfähigem Papier von der Haut absorbiert. Dabei hat sich Zigarettenpapier als am besten geeignet erwiesen. Von normalem handelsüblichen Zigarettenpapier¹⁾ wird die Gummierung abgeschnitten. Dabei ist

¹⁾ STRAUSS und POCHI bevorzugen Zigarettenpapier der Marke "T O P" von R. J. Reynolds Tobacco Company. Da dieses Papier hier nicht beschafft werden konnte, wurde auf Papier der Marke "S U P A I R" der Firma JOB zurückgegriffen, welches von allen erhältlichen Zigarettenpapieren die besten Saugeigenschaften aufweist.

jegliche Berührung des Papiers mit der fetthaltigen Hand zu vermeiden. Um Verunreinigungen gänzlich auszuschalten werden alle Papiere vor der Anwendung in Äther gewaschen und anschließend an der Luft getrocknet.

Bei der Absorption der Hautoberflächenlipide wird wie folgt vorgegangen:

Die Versuchsstelle wird mit Klebeband (LEUKOSILK[®]) in einer Größe von 10 cm² seitlich der Wirbelsäule in Höhe von Th 4 markiert (Abb. 3). Nach diesen Vorbereitungen

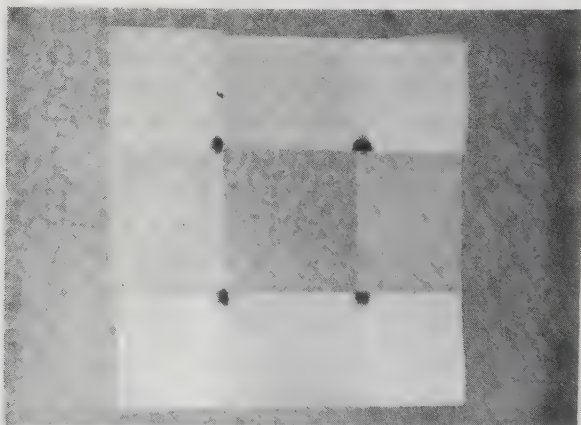


Abb. 3: Markierung der Versuchsstelle mit Klebeband

werden vier Lagen Zigarettenpapier mittels Pinzetten auf die markierte Stelle aufgebracht, durch Gaze abgedeckt und mit Gummibändern fixiert (Abb. 4 und Abb. 5), Diese vier Papiere bleiben für 15 Minuten auf der Haut aufgedrückt und werden dann durch vier neue ersetzt, welche ebenfalls 15 Minuten auf der Haut belassen werden. Alle Papiere, die 15 Minuten auf der Haut gewesen sind, werden anschließend verworfen. Sie gewähren eine gleichmäßige Vorbehandlung aller Versuchsstellen. Nun werden

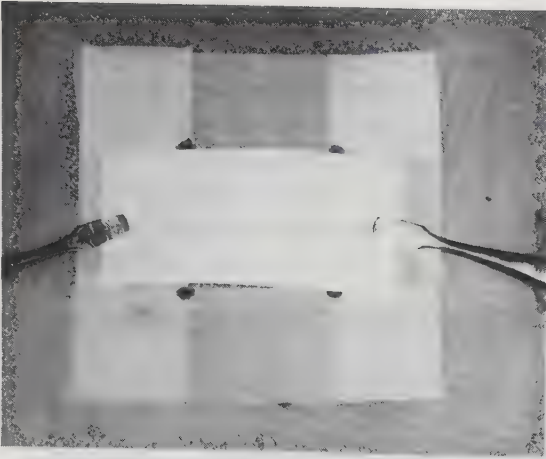


Abb. 4: Aufbringen von Zigarettenspapier auf die
Versuchsstelle

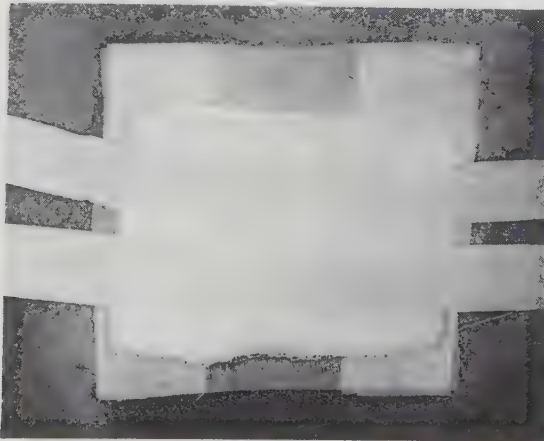


Abb. 5: Abdeckung der Versuchsstelle mit Gaze und
Fixierung der Gaze mit Gummibändern

vier Lagen Zigarettenpapier, die für die eigentliche Entnahme vorgesehen sind, wie oben beschrieben auf die markierte Versuchsstelle aufgebracht und verbleiben dort für 3 Stunden. Nach dieser Zeit werden die Teile der Papiere, welche genau oberhalb der markierten Hautstelle gelegen haben und in welchen die Lipide enthalten sind (Abb. 6), mittels einer Schere herausgeschnitten. Aus den

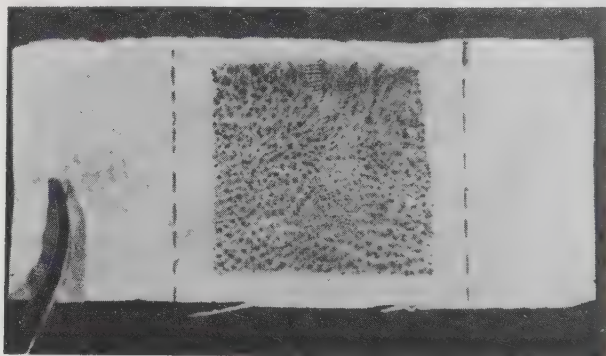


Abb. 6: Aus STRAUSS und POCHI (47). N u r zur photographischen Darstellung wurde der Teil des Zigarettenpapiers, der die Versuchsstelle bedeckte, mit Osmiumsäure besprüht und so die absorbierten Lipide angefärbt. Die Striche deuten die Stellen an, an denen der zentrale Teil zur Extraktion herausgeschnitten wird.

so erhaltenen Papierteilen werden die Hautfette mit Hilfe von Äther¹⁾ extrahiert. Dazu werden die Papiere zuerst für 5 Minuten in 20 ml Äther gelegt und dann nacheinander in je 10, 10 und 20 ml jeweils frischem Äther gewaschen. Alle Waschlösungen werden vereinigt und ergeben die Probe.

¹⁾ Diäthyläther p.a.: Fa. MERCK, Darmstadt; Artikel-Nr:921

d) Gravimetrische Bestimmung der Lipidmenge

Die durch direkte Extraktion oder durch Absorption gewonnenen Lipidproben werden in einen Exsikkator gestellt, das Lösungsmittel fast völlig mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe abgedampft und anschließend der Rest der Lösung in Wägeschälchen überführt.

Die Wägeschälchen werden nach ihrer Reinigung¹⁾ 24 Stunden in einem Exsikkator, in dem Kieselgur enthalten ist, aufbewahrt und in leerem Zustand mit einer Mikrowaage²⁾ gewogen. Es ist notwendig, das Leergewicht der Schälchen vor jedem erneuten Gebrauch zu bestimmen, da während des Reinigungsvorganges kleinste Glasteilchen absplittern können, die bei der Genauigkeit der Waage (10^{-6} g) stark ins Gewicht fallen.

Nach Einfüllen der Lipidproben werden die Wägeschälchen in einen Exsikkator gestellt, der an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen ist. Jetzt wird das gesamte Lösungsmittel im Unterdruck abgedampft. Die Lipide bleiben als dünner Belag am Boden und an den Wänden der Schälchen haften. Die Schälchen werden anschließend für 2 Stunden

1) Die Reinigung aller verwendeten Glasgeräte bestand in einem 24-stündigen Chromschwefelsäurebad. Nach dieser Zeit wurde die Chromschwefelsäure unter fließendem Wasser abgewaschen; die Glasgeräte wurden anschließend mit Aqua dest. nachgespült. Dann kamen sie für 12 Stunden in einen 110° C heißen Trockenschrank. Um die Glasgeräte nicht mit Fettspuren zu verunreinigen, wurden sie nur mit einer Kornzange oder mit einer Hartgummipinzette gefaßt.

2) Hersteller: Fa. METTLER, Zürich; Modell M 5 SA

in einem 65° C heißen Trockenschrank aufbewahrt, damit Restspuren des Lösungsmittels verdampfen. Um vergleichbare Wäageergebnisse gegenüber den leeren Schälchen zu erhalten, werden auch die gefüllten für 24 Stunden in den Exsikkator mit Kieselgur gestellt. Dann werden sie erneut mit der oben erwähnten Mikrowaage gewogen. Die Differenz zum vöher ermittelten Leergewicht ergibt die Lipidmenge.

Aus den Wägeschälchen werden die Lipide mittels 1 ml Petroleumbenzin und 0,5 ml Chloroform in Mikroröhrchen überführt. Diese Lösungsmittel wurden vorher durch Überdestillieren im Rotationsverdampfer vorgereinigt (vgl. Seite 2 ff.). Nach Abdampfen der Lösungsmittel können die Lipide in den Mikroröhrchen bei -21° C in einer Kühltruhe bis zur dünn-schichtchromatographischen Analyse aufbewahrt werden.

e) Dünn-schichtchromatographische Analyse der Lipid-zusammensetzung

Die Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide wurde dünn-schichtchromatographisch mit Hilfe der Mikroobjektträgermethode nach VAN GENT (7) in der von GLOOR et al (8) angegebenen Modifikation untersucht. Bei dieser Methode wird Kieselgel als Adsorptionsmittel verwendet. Die Trennwirkung bei der Adsorptionschromatographie hängt stark von der Oberfläche des verwendeten Adsorptionsmittels ab. Das verwendete Kieselgel H nach STAHL¹⁾ hat eine Korngröße von 5 bis 25 μ . Um sehr feine Schichten zu erhalten, die zu einer optimalen Trennung erforderlich sind, muß das Kieselgel H ausgeschlemmt werden, um die Korngröße zu verkleinern (44). Dies geschieht durch Suspension von 1 Gewichtsteil Kieselgel in 12 Gewichtsteilen destilliertem Wasser. Es bilden sich nach 1 bis 2

1) Hersteller: Fa. MERCK, Darmstadt.

Stunden Sedimentationsschichten entsprechend der Korngröße. Kieselgel mit geringer Korngröße kann mit den oberen Schichten abgesaugt werden. Das Wasser wird abzentrifugiert und das Kieselgel mehrmals mit Methanol gewaschen, um die Restfeuchtigkeit zu entfernen. Das Methanol wird jeweils abzentrifugiert. Dann wird das Kieselgel in einem Methanol - Chloroformgemisch (Verhältnis 2 : 1) gewaschen. Anschließend erfolgt nochmals eine Reinigung in Chloroform, welches durch Destillieren im Rotationsverdampfer gereinigt worden ist. Dies geschieht, um jegliche Verunreinigung des Kieselgels auszuschließen. Nun wird das Kieselgel getrocknet und kann gut verschlossen bis zum Beschichten der Chromatographieplatten aufbewahrt werden.

Vor dem Beschichten werden 25 - 30 g Kieselgel in 100 ml Chloroform suspendiert. Die Suspension wird mit Hilfe eines Magnetrührers homogenisiert. Objektträger der Größe 25 x 76 mm werden, wie in Fußnote Seite 9 beschrieben, gereinigt. Zum Beschichten werden sie sandwichartig mittels einer Pinzette einmal kurz in die Kieselgelsuspension getaucht. Die noch feuchten beschichteten Objektträger werden ohne die Schicht zu verletzen getrennt und an der Luft getrocknet. Nach dem Trocknen streift man die Ränder zur Vermeidung von Randeffekten 1 mm breit ab. Die beschichteten Dünnschichtchromatographieplatten werden anschließend 15 Minuten auf einer 100° C heißen Heizplatte aktiviert.

Auf die so vorbereiteten Platten wird das zu trennende Lipidgemisch aufgetragen. Dazu löst man vorher die Lipide in destilliertem Chloroform und zwar so, daß eine 1 %-ige Lösung entsteht. Mit einer feinen Glaskapillare wird eine geringe Menge dieser Lösung gleichmäßig 0,7 cm vom unteren Rand der Schicht bandenförmig aufgetragen. Dabei darf die Schicht nicht unnötig verletzt werden.

Anschließend werden die Platten in Chromatographiegefäße gestellt, deren Böden mit Fließmittel bedeckt sind. Es ist dabei einerseits darauf zu achten, daß die Oberfläche des Fließmittels die Kieselgelschicht erreicht, andererseits darf die Startlinie auf keinen Fall in das Fließmittel eintauchen. Weiterhin ist es wichtig, daß die Chromatographiegefäße mit einem Schliffdeckel fest verschlossen werden, damit sich eine gesättigte Fließmittelatmosphäre bilden kann.

Als Fließmittel dienen Hexan, ein Gemisch aus Hexan : Äther : Eisessig wie 7 : 3 : 0,1 und Benzol. Die Platten werden zunächst in Chromatographiegefäße mit Hexan gestellt, welches man bis 1 cm unter den oberen Rand der Schicht laufen läßt. In diesem rein organischen Lösungsmittel werden die polaren Paraffine mit der Front mitgenommen. Außerdem zieht Hexan die freien Fettsäuren bis 1,5 cm über die Startlinie mit. Nachdem die Platten in Hexan gelaufen sind, werden sie an der Luft getrocknet und anschließend im Gemisch entwickelt bis die Fließmittelfront 2,5 cm oberhalb der Startlinie steht. Im Gemisch laufen freies Cholesterin, Triglyceride, Wachs- und Cholesterinester sowie Squalen. Dabei bleibt das freie Cholesterin unterhalb der freien Fettsäuren, die anderen Fraktionen werden darüber hinaus mitgenommen. Es ist also wichtig, das Gemisch nicht zu hoch laufen zu lassen, da sonst das Cholesterin in die freien Fettsäuren mit hinein gezogen wird. Nach dem Entwickeln im Gemisch werden die Platten an der Luft getrocknet und dann für 10 Sekunden auf eine 100° C heiße Heizplatte gelegt. Die erwärmten Platten werden zügig in die Chromatographiegefäße mit Benzol gestellt. Die Benzolfront soll bis 1,5 cm unter den oberen Rand der Schicht laufen; in ihr werden die Triglyceride, Wachs- und Cholesterinester sowie Squalen voneinander getrennt.

Mit dieser Methode lassen sich also die Hautoberflächenlipide in folgende Fraktionen auftrennen:

- freies Cholesterin
- freie Fettsäuren
- Triglyceride
- Wachs- und Cholesterinester
- Squalen
- Paraffine

Selbstverständlich können in diesen Fraktionen auch noch andere Substanzen mit ähnlichen Rf - Werten enthalten sein.

Um die einzelnen Banden sichtbar zu machen, werden die Dünnschichtchromatographieplatten mit 40 % iger Schwefelsäure besprüht. Das Sprühgerät¹⁾ soll die Schwefelsäure in einen sehr feinen Nebel zerstäuben, damit die Schicht nicht verletzt wird. Es ist auch notwendig, daß genügend lange gesprüht wird, da sonst die Schwärzung der Banden fleckig und unvollständig wird. Nach dem Besprühen werden die Dünnschichtchromatographieplatten bei 50 bis 60° C vorgetrocknet und anschließend auf 250° C erhitzt. Dadurch werden die einzelnen Banden sichtbar. Abb. 7 zeigt eine fertig entwickelte und besprühte Dünnschichtchromatographieplatte.

Die quantitative Auswertung der Dünnschichtchromatographieplatten erfolgte mit Hilfe eines Densitometers²⁾. Damit können Schwärzungen ähnlich wie mit einem Photometer gemessen werden. Das Gerät vermag die Schwärzungsintensität graphisch darzustellen. Abb. 8 zeigt eine

1) Hersteller: Fa. DESAGA, Heidelberg

2) Chromoscan - Gerät der Fa. JOYCE LOEBL, Pfullingen

Densitometerkurve für eine typische Dünnschichtchromatographie der Hautoberflächenlipide. Es verfügt weiterhin über einen eingebauten Integrator, der die Flächeninhalte der einzelnen Peaks der Densitometerkurve automatisch ermittelt. Da die einzelnen Lipide auf Grund ihrer Konfiguration, Kettenlänge und Anzahl der ungesättigten Verbindungen von Schwefelsäure unterschiedlich geschwärzt werden, werden Korrekturfaktoren für die jeweiligen Integrale benötigt. Diese Korrekturfaktoren hat GRAUMANN (15) durch Vergleich mit entsprechenden Reinsubstanzen ermittelt; sie sind aus der Legende zu Abb. 8 zu entnehmen.

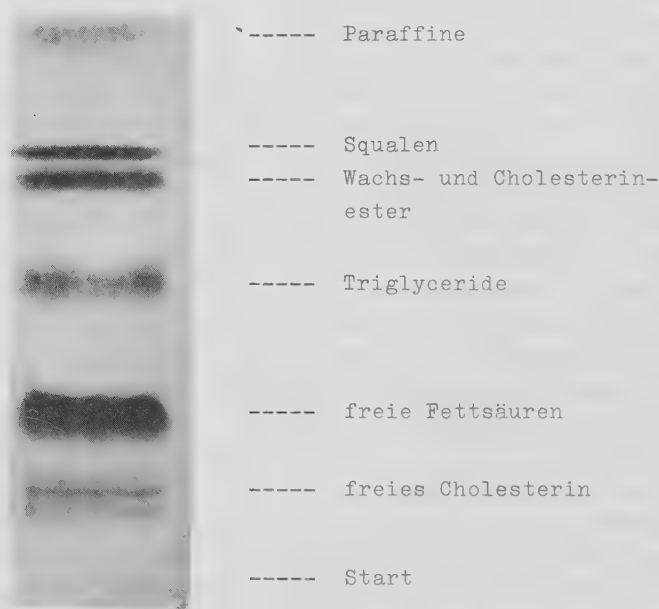


Abb. 7: Fertig entwickelte und besprühte Dünnschichtchromatographieplatte der Hautoberflächenlipide

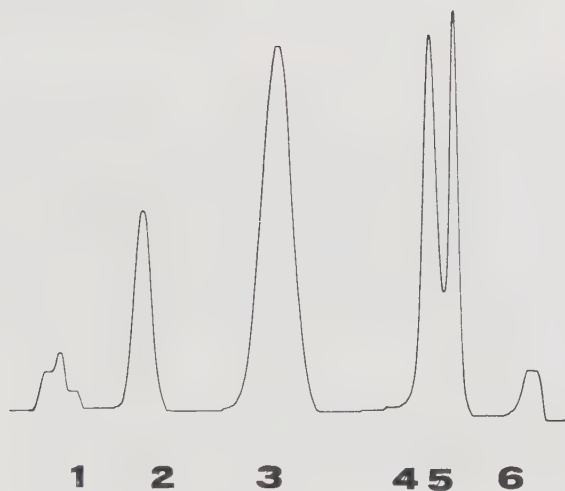


Abb. 8: Densitometerkurve einer Dünnschichtchromatographie der Hautoberflächenlipide. Es bedeuten: 1 - freies Cholesterin, 2 - freie Fettsäuren, 3 - Triglyceride, 4 - Wachs- und Cholesterinester, 5 - Squalen, 6 - Paraffine; die einzelnen Peaks haben folgende Korrekturfaktoren (KF): freies Cholesterin KF = 1,00, freie Fettsäuren KF = 1,11, Triglyceride KF = 1,35, Wachs- und Cholesterinester KF = 0,96, Squalen KF = 0,97, Paraffine KF = 1,08. Erklärung der Korrekturfaktoren im Text.

Um aus den Integralen der Densitometerkurve die prozentualen Anteile der Lipidfraktionen zu berechnen, werden die einzelnen Integrale mit den Korrekturfaktoren multipliziert und dann addiert. Die Summe wird gleich 100 % gesetzt und die einzelnen prozentualen Anteile der Integrale mit Hilfe der Dreisatzrechnung ermittelt.

Von allen Proben wurden jeweils zwei Dünnschichtchromatogramme angefertigt. Nach Berechnung der prozentualen Anteile der einzelnen Lipidfraktionen wurden die Werte der beiden identischen Dünnschichtchromatogramme verglichen. Beim Vergleich der jeweiligen Berechnungen wurde nur ein Unterschied kleiner als 5 % toleriert; war der Unterschied größer, wurden zwei neue Dünnschichtchromatogramme angefertigt.

f) Statistischer Vergleich

Da keine normal verteilten Daten vorlagen, wurden verteilungsfreie Prüftests gewählt. Für den Vergleich abhängiger Stichproben schien der WILCOXON - Test für Paardifferenzen für das vorliegende Material am besten geeignet zu sein; für den Vergleich zweier unabhängiger Stichproben wurde der U - Test nach WILCOXON , MANN und WHITNEY gewählt (45).

II. Versuchsanordnungen und Ergebnisse bei den einzelnen Versuchsreihen

a) Vergleich verschiedener Lösungsmittel

Material und Methodik:

Jeweils 100 ml Aceton¹⁾, Chloroform²⁾ und Petroleumbenzin³⁾ wurden mit Hilfe eines Rotationsverdampfers destilliert (vgl. Seite 2 f). Die jeweils schwerflüchtigen Bestandteile, die als Rückstand am Boden des Vorlagekolbens zurückblieben, wurden mit 2,5 ml des Destillats aufgenommen. Dann wurden die so erhaltenen Proben im Exsikkator mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe abgedampft und der Rückstand dünnschichtchromatographisch unter Anwendung der oben beschriebenen Objektträgermethode nach VAN GENT (7) auf Paraffine untersucht. Aus diesem Grund erfolgte die Entwicklung der Dünnschichtchromatogramme ausschließlich mit Hexan. Als Vergleichssubstanz diente eine 1 % ige Lösung von n-Triakontan⁴⁾ (gesättigter Kohlenwasserstoff der Kettenlänge C₃₀). Diese Paraffinlösung wurde jeweils auf der linken Seite der Dünnschichtchromatographieplatte aufgebracht, während die zu untersuchenden Lösungsmittelproben jeweils rechts aufgetragen wurden.

1) Aceton p.a.: Hersteller RIEDEL DE HAEN AG, Seelze

2) Chloroform p.a.: Hersteller Fa. MERCK, Darmstadt
Artikel-Nr.: 2445

3) Petroleumbenzin p.a.: Hersteller Fa. MERCK, Darmstadt
Artikel-Nr.: 1775

4) Hersteller: VEBA - Chemie, Gelsenkirchen

Ergebnisse:

Abb. 9 zeigt die drei gewonnenen Dünnschichtchromatogramme. Der Abbildung ist zu entnehmen, daß im Petroleumbenzin wesentlich weniger Paraffine enthalten sind, als in den anderen beiden untersuchten Lösungsmitteln.

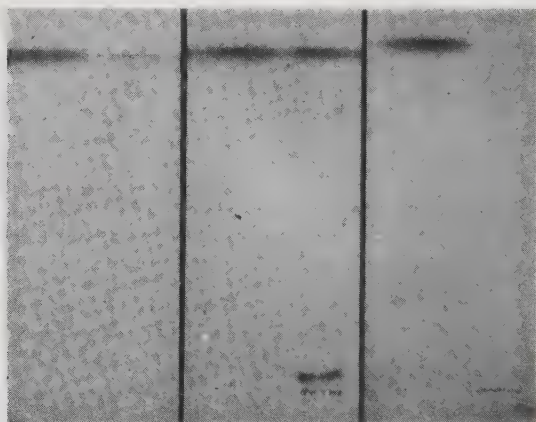


Abb. 9: Dünnschichtchromatogramme, die von den Rückständen der Lösungsmittelvorlagen gewonnen wurden (von links nach rechts: Aceton, Chloroform und Petroleumbenzin).
Auf der linken Seite der Chromatogramme wurden die Vergleichssubstanz n-Triakontan, auf der rechten Seite die Lösungsmittelproben aufgetragen.

b) Vergleich zwischen vorgereinigtem und nicht vorgereinigtem Lösungsmittel

Material und Methodik:

Bei 10 gesunden männlichen Versuchspersonen im Alter von 23 bis 27 Jahren, die mindestens drei Tage vor der Untersuchung jede Reinigung der Haut im Bereich der Versuchsstelle unterlassen hatten, wurden die Hautoberflächenlipide am Rücken in Höhe von Th 4 etwas seitlich der Wirbelsäule extrahiert; kosmetische oder dermatologische Externa hatten die Versuchspersonen seit langer Zeit nicht benutzt.

Die Extraktion der Hautoberflächenlipide erfolgte durch direkten Kontakt des Lösungsmittels mit der Haut in der oben beschriebenen Methode (vgl. Seite 4 f). Die Lipide wurden an zwei symmetrischen Stellen entnommen; auf der einen Seite wurden als Lösungsmittel 10 ml des in der 1. Versuchsreihe genannten handelsüblichen Petroleumbenzins verwendet, an der dazu symmetrischen Stelle kamen als Lösungsmittel 10 ml desselben durch Destillieren im Rotationsverdampfer vorgereinigten Petroleumbenzins zur Anwendung.

Die quantitative Bestimmung der Hautoberflächenlipidmenge erfolgte gravimetrisch und die Analyse der Zusammensetzung derselben dünnschichtchromatographisch in der oben angegebenen Weise (vgl. Seite 9 ff).

Bei der statistischen Auswertung wurden jeweils die durchschnittlichen Meßwertdifferenzen für die Lipidmenge und die prozentualen Anteile der einzelnen Lipidfraktionen mit dem hypothetischen Mittelwert 0 über den WILCOXON - Test für Paardifferenzen miteinander verglichen (45).

Ergebnisse:

Bei Verwendung des vorgereinigten Petroleumbenzins fand sich eine durchschnittliche Lipidmenge von $1,56 \text{ mg}/16 \text{ cm}^2$ ($s = 0,65$), bei Verwendung des nicht vorgereinigten Petroleumbenzins von $1,69 \text{ mg}/16 \text{ cm}^2$ ($s = 0,67$). Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Bei der Auswertung der Dünnschichtchromatographien wurden zunächst die prozentualen Anteile der Paraffinfraktion ermittelt. Bei Verwendung des vorgereinigten Petroleumbenzins fanden sich durchschnittlich $2,85 \%$ Paraffine ($s = 1,10$), bei Verwendung des nicht vorgereinigten Petroleumbenzins $6,56 \%$ ($s = 1,49$). Dieser Unterschied ist signifikant ($\alpha = 1 \%$).

Will man den Einfluß der Vorreinigung des Lösungsmittels auf die übrigen Lipidfraktionen beurteilen, so ist es sinnvoll, die prozentualen Anteile der einzelnen Fraktionen unter Nichtberücksichtigung der Paraffine zu bewerten, da nur so ausgeschlossen werden kann, daß rechnerische Folgen der Veränderung der Paraffinfraktion das Ergebnis beeinflussen. Bei diesem Vorgehen fanden sich für die einzelnen Fraktionen die in Tabelle 1 angegebenen Durchschnittswerte. Als signifikant erwies sich dabei der höhere Anteil der Wachs- und Cholesterinester bei Anwendung des nicht vorgereinigten Lösungsmittels ($\alpha = 5\%$).

	handelsübliches Petroleumbenzin	vorgereinigtes Petroleumbenzin
freies Cholesterin	M = 7,21 % s = 1,93	M = 6,28 % s = 1,66
freie Fettsäuren	M = 22,88 % s = 8,10	M = 23,86 % s = 7,58
Triglyceride	M = 36,08 % s = 5,88	M = 36,40 % s = 7,97
Wachs- und Chole- sterinester	M = 22,03 % s = 1,43	M = 20,54 % s = 1,96
Squalen	M = 11,60 % s = 2,25	M = 10,98 % s = 2,39

Tbl. 1: Durchschnittliche prozentuale Anteile der einzelnen Lipidfraktionen (M) und deren Standardabweichungen (s) unter Nichtberücksichtigung der Paraffine bei Verwendung handelsüblichen und im Rotationsverdampfer vorgereinigten Petroleumbenzins.

c) Vergleich zwischen casual level- und replacement sum - Proben

Material und Methodik:

Bei 30 gesunden männlichen Versuchspersonen im Alter von 19 bis 25 Jahren wurden die Hautoberflächenlipide am Rücken in Höhe von Th 4 etwas seitlich der Mittellinie in der oben angegebenen Weise (vgl. Seite 4 ff) extrahiert, gravimetrisch gemessen und bezüglich ihrer Zusammensetzung dünnschichtchromatographisch analysiert. Alle verwendeten Lösungsmittel wurden durch Destillieren im Rotationsverdampfer vorgereinigt. Die Versuchspersonen hatten mindestens drei Tage vor der Untersuchung jede Reinigung im Bereich der Versuchsstelle vermieden und wendeten seit langer Zeit keine kosmetischen oder dermatologischen Präparate in diesem Bereich an.

Die Untersuchungen wurden unter standardisierten Umweltbedingungen in einer Klimakammer (25° C und 45 % rel. Luftfeuchte) vorgenommen; die Versuchspersonen wurden vor Beginn des Versuchs eine halbe Stunde an die Bedingungen der Klimakammer adaptiert.

Es wurden die auf unvorbehandelter und nicht vor Kontakt geschützter Haut gefundenen Lipide (casual level)¹⁾ den nach Entfetten der Haut in 2 Stunden ersetzten Lipiden (replacement sum)¹⁾ gegenübergestellt. Dazu wurde

¹⁾ Diese Begriffe wurden von HERRMANN und PROSE (23) eingeführt. Diese Autoren bezeichnen allerdings als replacement sum die nach Entfetten der Haut in 4 1/2 Stunden - Portionen gewonnenen Lipide.

die Stelle, an der der casual level entnommen worden war, genau markiert und mit in Petroleumbenzin getränkter Gaze gründlich entfettet. Die Versuchsstelle wurde anschließend nicht bedeckt. Während der folgenden zwei Stunden verblieb die Versuchsperson in der Klimakammer. Danach wurden die Hautoberflächenlipide an der markierten Versuchsstelle in der oben beschriebenen Weise extrahiert.

Der Vergleich der durchschnittlichen Meßwertdifferenzen zwischen casual level- und replacement sum- Proben für die Lipidmenge und die prozentualen Anteile der einzelnen Lipidfraktionen mit dem hypothetischen Mittelwert 0 erfolgte über den WILCOXON - Test für Paardifferenzen (45).

Ergebnisse:

Die durchschnittlichen Lipidmengen und die durchschnittlichen prozentualen Anteile der einzelnen Lipidfraktionen von casual level und replacement sum sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Bezüglich der Lipidmenge waren die Werte für den casual level signifikant größer als für die replacement sum ($\alpha = 1\text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$). Außerdem fanden sich bei Bewertung der replacement sum - Proben signifikant mehr Paraffine und freies Cholesterin als bei Bewertung der casual level - Proben ($\alpha = 1\text{ }^{\circ}/_{\text{oo}}$ bzw. 1 %).

	casual level - Proben	replacement sum - Proben
fréies Chole- sterin	M = 5,76 % s = 1,77	M = 6,92 % s = 2,20
freie Fett- säuren	M = 18,67 % s = 7,02	M = 16,33 % s = 6,02
Triglyceride	M = 36,97 % s = 9,33	M = 35,43 % s = 6,89
Wachs- und Chole- sterinester	M = 21,43 % s = 3,25	M = 21,73 % s = 3,09
Squalen	M = 11,46 % s = 2,25	M = 10,66 % s = 1,73
Paraffine	M = 5,93 % s = 2,47	M = 9,37 % s = 4,00
Lipidmenge (in mg/16 cm ²)	M = 1,302 s = 0,484	M = 0,578 s = 0,203

Tbl. 2: Durchschnittliche Lipidmengen und durchschnittliche prozentuale Anteile der einzelnen Lipidfraktionen (M) sowie deren Standardabweichungen (s) bei Vergleich der casual level- und replacement sum - Proben.

d) Vergleich zwischen direkter Extraktionsmethode
und Absorptionsmethode

Material und Methodik:

Bei 30 gesunden männlichen Versuchspersonen im Alter von 19 bis 25 Jahren, die mindestens drei Tage vor der Untersuchung jede Reinigung der Haut im Bereich der Versuchsstelle vermieden hatten und seit langer Zeit keine kosmetischen oder dermatologischen Externa benutzten, wurden die Hautoberflächenlipide an zwei symmetrischen Stellen am Rücken in Höhe von Th 4 etwas seitlich der Wirbelsäule entnommen.

Auf der einen Seite kam die Methode nach STRAUSS und POCHI (46) zur Anwendung (vgl. Seite 5 ff). Auf der gegenüberliegenden Seite wurden die Lipide durch die oben beschriebene direkte Extraktion entnommen (vgl. Seite 4). Es wurde bei der direkten Extraktion als Lösungsmittel durch Destillieren im Rotationsverdampfer vorgereinigtes Petroleumbenzin verwendet. Bewertet wurden die in 2 Stunden nach Entfetten der Haut ersetzten Lipide (replacement sum), die wie unter B,II,c beschrieben gewonnen wurden.

Auch diese Untersuchungen wurden sämtlich nach 1/2 stündiger Adaptation in der Klimakammer unter standardisierten Umweltbedingungen (25° C und 45 % rel. Luftfeuchte) durchgeführt.

Die so gewonnenen Lipide wurden in der oben angegebenen Weise (vgl. Seite 10 ff) dünnschichtchromatographisch untersucht. Die durchschnittlichen Meßwertdifferenzen

zwischen den beiden Lipidgewinnungsmethoden wurden mit dem hypothetischen Mittelwert 0 über den WILCOXON - Test für Paardifferenzen (45) verglichen.

Ergebnisse:

Die durchschnittlichen prozentualen Anteile der einzelnen Lipidfraktionen für die beiden Lipidgewinnungsmethoden sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Wie Tabelle 3 weiter zeigt, finden sich bei Anwendung der Papierabsorptionsmethode nach STRAUSS und POCHI (46) signifikant mehr Triglyceride, Wachs- und Cholesterinester und Squalen sowie signifikant weniger Paraffine, freies Cholesterin und freie Fettsäuren als bei Anwendung der direkten Extraktionsmethode.

	direkte Extraktionsmethode	Absorptionsmethode	α
freies Cholesterin	M = 6,92 % s = 2,20	M = 5,64 % s = 2,15	5 %
freie Fettsäuren	M = 16,33 % s = 6,02	M = 12,68 % s = 5,41	1 %
Triglyceride	M = 35,43 % s = 6,89	M = 38,58 % s = 8,55	5 %
Wachs- und Cholesterinester	M = 21,73 % s = 3,09	M = 23,42 % s = 3,89	5 %
Squalen	M = 10,66 % s = 1,73	M = 13,17 % s = 2,54	1 %
Paraffine	M = 9,37 % s = 4,00	M = 6,68 % s = 3,13	1‰

Tbl. 3: Durchschnittliche prozentuale Anteile der einzelnen Lipidfraktionen (M) und deren Standardabweichungen (s) beim Vergleich der direkten Extraktionsmethode und der Absorptionsmethode.

α = Irrtumswahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art bei Annahme eines Unterschiedes zwischen direkter Extraktionsmethode und Absorptionsmethode.

e) Einfluß der Abgasexposition

Material und Methodik:

Es wurden zwei Kollektive von je 10 gesunden männlichen Versuchspersonen im Alter von 19 bis 25 Jahren zu nahezu identischen Zeitpunkten und unter gleichen klimatischen Bedingungen bezüglich der Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide untersucht. Das erste Kollektiv setzte sich aus wenig abgasexponierten Versuchspersonen aus Landgemeinden Nordhessens zusammen, das zweite Kollektiv, das dem ersten bezüglich der Alterszusammensetzung nahezu völlig entsprach, bestand aus stark abgasexponierten Verkehrspolizisten, die in der Innenstadt von Frankfurt am Main regelmäßig Dienst taten.

Alle Versuchspersonen dieser Versuchsreihe hatten mindestens drei Tage vor der Untersuchung jede Reinigung der Versuchsstelle unterlassen. Außerdem benutzte keiner von ihnen in diesem Bereich kosmetische oder dermatologische Präparate.

Die Extraktion der Hautoberflächenlipide erfolgte durch direkten Kontakt des Lösungsmittels mit der Haut (vgl. Seite 4 f). Als Lösungsmittel wurden 10 ml durch Destillieren im Rotationsverdampfer vorgereinigten Petroleumbenzins verwendet. Die Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide wurde dünnschichtchromatographisch in der oben beschriebenen Weise analysiert (vgl. Seite 10 ff).

Die durchschnittlichen prozentualen Anteile der Paraffinfraktion an den Hautoberflächenlipiden bei den beiden Kollektiven wurden über den U - Test nach WILCOXON , MANN und WHITNEY (45) miteinander verglichen.

Ergebnisse:

Die durchschnittlichen prozentualen Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden für die casual level- und die replacement sum - Proben bei den beiden Kollektiven finden sich in Tabelle 4. Bei den beiden Sammelmethoden waren bei den stark abgasexponierten Personen signifikant mehr Paraffine nachweisbar als bei den wenig abgasexponierten Personen ($\alpha = 1\%$). Die in Tabelle 4 angegebenen Werte zeigen, daß diese Unterschiede auch quantitativ sehr erheblich sind. Sie machen außerdem deutlich, daß in den replacement sum - Proben mehr Paraffine nachweisbar sind als in den casual level - Proben.

	wenig abgasexponierte Personen	stark abgasexponierte Personen
casual level	M = 2,94 % s = 0,58	M = 7,10 % s = 1,52
replacement sum	M = 5,23 % s = 0,97	M = 10,72 % s = 2,83

Tbl. 4: Durchschnittliche prozentuale Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden (M) sowie deren Standardabweichung (s) für die casual level - bzw. replacement sum - Proben bei wenig bzw. stark abgasexponierten Personen.

f) Einfluß klimatischer Bedingungen

Material und Methodik:

Bei dieser Versuchsreihe wurden 10 gesunde männliche Versuchspersonen im Alter von 19 bis 25 Jahren im Anschluß an eine ausgesprochene Schönwetterperiode (Niederschlagsmenge: 2 mm in 12 Tagen)¹⁾ und im Anschluß an eine ausgesprochene Regenperiode (Niederschlagsmenge: 933 mm in 18 Tagen)¹⁾ bezüglich der Hautoberflächenlipide untersucht. Die Versuche wurden im August bzw. Oktober 1973 vorgenommen. Mindestens drei Tage vor der Untersuchung wurde von den Versuchspersonen jede Reinigung der Haut im Bereich der Versuchsstelle unterlassen. Kosmetische oder dermatologische Externa hatten die Versuchspersonen an der Versuchsstelle seit langem nicht benutzt.

Die Gewinnung der Hautoberflächenlipide erfolgte in der oben angegebenen Weise (vgl. Seite 4 f). Die Extraktion wurde an der gleichen Körperstelle wie bei den anderen Versuchsreihen vorgenommen. Zur Untersuchung wurden die Lipide auf unvorbehandelter und nicht vor Kontakt geschützter Haut (casual level) sowie die nach Entfetten der Haut in zwei Stunden ersetzten Lipide (replacement sum) herangezogen.

Die Untersuchungen erfolgten unter standardisierten Umweltbedingungen (25° C und 45 % rel. Luftfeuchte) nach 1/2 stündiger Adaptation in einer Klimakammer.

1) Meßwerte der Klimastation Marburg/Lahn des Deutschen Wetterdienstes, Wetteramt Frankfurt in Offenbach/Main.

Die quantitative Bestimmung der Hautoberflächenlipide wurde nach Abdampfen des Lösungsmittels gravimetrisch vorgenommen und die dünnschichtchromatographische Auftrennung der Hautoberflächenlipide in der oben angegebenen Weise durchgeführt (vgl. Seite 9 ff). Die durchschnittlichen Meßwertdifferenzen zwischen den Bestimmungen im Anschluß an die Schönwetterperiode und im Anschluß an die Regenperiode für die prozentualen Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden wurden mit dem hypothetischen Mittelwert 0 über den WILCOXON - Test für Paardifferenzen verglichen (45).

Ergebnisse:

Die durchschnittlichen Lipidmengen bzw. prozentualen Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden für die casual level- und die replacement sum - Proben zu den beiden Untersuchungszeitpunkten finden sich in Tabelle 5 und Tabelle 6. Bezüglich der replacement sum fanden sich im Anschluß an die Schönwetterperiode signifikant mehr Lipide als im Anschluß an die Regenperiode ($\alpha = 1\%$). Die in der vorliegenden Stichprobe gemessenen Werte für den casual level sind zwar nicht signifikant, deuten aber in die gleiche Richtung.

Sowohl in den casual level- als auch in den replacement sum - Proben waren im Anschluß an die Schönwetterperiode signifikant mehr Paraffine nachweisbar als im Anschluß an die Schlechtwetterperiode ($\alpha =$ jeweils 1 ‰). Diese Unterschiede waren auch quantitativ sehr erheblich. Wie bei der unter B,II,c beschriebenen Versuchsreihe waren in den replacement sum - Proben mehr Paraffine nachweisbar als in den casual level - Proben.

	mittlere Lipidmenge (in mg/16 cm ²)	mittlerer Paraffinanteil
casual level	M = 1,53 s = 0,62	M = 7,15 % s = 1,70
replacement sum	M = 0,74 s = 0,23	M = 12,25 % s = 3,61

Tbl. 5: Untersuchung im Anschluß an eine Schönwetterperiode; durchschnittliche Lipidmenge und durchschnittliche prozentuale Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden für casual level- und replacement sum - Proben (M) sowie deren Standardabweichungen (s).

	mittlere Lipidmenge (in mg/16 cm ²)	mittlerer Paraffinanteil
casual level	M = 1,23 s = 0,30	M = 4,31 % s = 1,89
replacement sum	M = 0,42 s = 0,16	M = 5,46 % s = 1,81

Tbl. 6: Untersuchung im Anschluß an eine Regenperiode; durchschnittliche Lipidmengen und durchschnittliche prozentuale Anteile der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden für die casual level- bzw. replacement sum - Proben (M) sowie deren Standardabweichungen (s).

C. Diskussion

Die in den Hautoberflächenlipiden enthaltenen Paraffine sind Gegenstand sehr widersprüchlicher Auffassungen. Diese betreffen die Menge der Paraffine sowie deren Ursprung in gleicher Weise.

Paraffinanteile von mehr als 5 % wurden von WHEATLEY (48, 49), HENSEKE und SCHIEFER (22) sowie JAKOB (28) in den Hautoberflächenlipiden nachgewiesen. Im Gegensatz dazu fanden HAAHTI (20), NICOLAIDES (37) sowie LEWIS et al. (34) sehr viel geringere Werte, die teilweise sogar unter 1 % lagen. In geringer Menge wurden Paraffine auch im Talgdrüsensekret nachgewiesen (27). Schließlich fanden sich bei Analysen des Comedoneninhalts in einem Teil der Fälle relativ große Paraffinmengen (14, 39). Bei weiteren Analysen der Zusammensetzung der Hautoberflächenlipide von GLOOR et al. (8 - 13) fiel auf, daß teilweise sehr hohe Werte gefunden wurden, daß aber bei anderen Kollektiven, die mit exakt der gleichen Methode aber zu anderen Zeitpunkten von diesen Autoren untersucht worden waren, sehr viel geringere Paraffinanteile nachweisbar waren.

Vor allem von NICOLAIDES (37) wird angenommen, daß in den Hautoberflächenlipiden wenn überhaupt nur sehr geringe Paraffinmengen vorkommen und daß die nachgewiesenen Paraffine zumindest zum größten Teil entweder Reste kosmetischer oder dermatologischer Externa darstellen oder auf methodische Unzulänglichkeiten zurückzuführen sind. Eine Ablagerung von Externaresten konnte bei den vorliegenden Untersuchungen immer ausgeschlossen werden, wobei auch berücksichtigt wurde, daß Externaresten auch noch nach langen Zeiträumen auf der Haut nachweisbar sein können (18).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit dem Ziel durchgeführt, die methodisch bedingten Unterschiede beim Nachweis von Paraffinen in den Hautoberflächenlipiden zu klären; weiterhin sollte untersucht werden, wie die Luftverschmutzung auf den Paraffingehalt der Hautoberflächenlipide einwirkt.

Ein Nachweis von Paraffinen kann durch Paraffinverunreinigungen des Lösungsmittels, mit dem die Hautoberflächenlipide extrahiert werden, vorgetäuscht werden. Es konnte gezeigt werden, daß im Petroleumbenzin weniger Paraffine enthalten sind als in Aceton und Chloroform. Weiterhin konnte aber auch deutlich gemacht werden, daß durch Vorreinigung des Petroleumbenzins durch Destillieren im Rotationsverdampfer eine deutliche Reduktion der nachgewiesenen Paraffinmenge erzielt werden kann. Da bei Untersuchungen von GLOOR et al. (8 - 13) meist nicht vorgereinigtes Petroleumbenzin verwendet worden ist, kann somit ein Teil der von diesen Autoren nachgewiesenen Paraffine durch Verunreinigung des Lösungsmittels bedingt sein. Auf die Bedeutung der Paraffinverunreinigung von Lösungsmitteln hat früher schon KANN-GIESER (29) hingewiesen.

Auf der anderen Seite zeigen die vorliegenden Ergebnisse, daß diese beschriebenen hohen Paraffinanteile so sicher nur teilweise erklärt werden können; denn von großer Bedeutung ist weiterhin die Lipidgewinnungsmethode. Es konnte gezeigt werden, daß in den replacement sum - Proben signifikant mehr freies Cholesterin und mehr Paraffine enthalten sind als in den casual level - Proben. Die hohen Cholesterinanteile machen deutlich, daß in den replacement sum - Proben höhere Anteile an epidermalen Lipiden enthalten sind als in den casual level - Proben (17, 28, 38). Dementsprechend ist auf Grund dieses Befun-

des weiter anzunehmen, daß Paraffine vor allem ein Bestandteil der epidermalen Lipide sind. Für eine solche Annahme sprechen auch Befunde von GLOOR et al., die zeigen, daß bei Sebostatikern um so mehr Paraffine nachweisbar sind, je weniger Lipide vorhanden sind (9).

Außerdem wird die Paraffinbestimmung durch die Art der Lipidgewinnung beeinflußt. Wird diese durch Absorption der Hautoberflächenlipide von der Haut durch Zigarettenpapier unter Vermeidung des direkten Kontakts der Haut mit dem Lösungsmittel vorgenommen, so finden sich signifikant mehr Wachs- und Cholesterinester, Squalen und Triglyceride und signifikant weniger Paraffine, freies Cholesterin und freie Fettsäuren als bei Anwendung der direkten Extraktionsmethode. Diese Ergebnisse bestätigen frühere Angaben von CUNLIFFE et al. (4, 5). Lediglich über die Paraffinfraktion wird von diesen Autoren keine Aussage gemacht. Wachsester, Cholesterinester und Squalen sind bevorzugt ein Bestandteil der Talgdrüsenlipide (17, 24, 29, 36, 38, 42). Im Gegensatz dazu kommt freies Cholesterin bevorzugt in den epidermalen Lipiden vor (17, 24, 29, 30, 36, 43). Weiter soll die Relation des Anteils der freien Fettsäuren zu dem Anteil der Triglyceride in den epidermalen Lipiden mehr zu Gunsten der freien Fettsäuren verschoben sein als in den Talgdrüsenlipiden nach deren Passage durch den Talgdrüsenausführungsgang (29, 30, 43). Diese Befunde deuten somit insgesamt darauf hin, daß durch die Absorptionsmethode die epidermalen Lipide in geringerem Maß mit erfaßt werden als durch die direkte Extraktionsmethode. Die Tatsache, daß Paraffine bei der direkten Extraktion in größerem Maß gefunden werden, deutet somit in Übereinstimmung mit den oben diskutierten Befunden darauf hin, daß Paraffine vor allem in den epidermalen Lipiden vorkommen.

Wenn man davon ausgeht, daß Paraffine vor allem Bestandteil der epidermalen Lipide sind, so ist weiter zu vermuten, daß die Wahl der Versuchsstelle maßgeblich den Anteil der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden beeinflußt. Dies ergibt sich daraus, daß der Anteil der epidermalen Lipide an den Hautoberflächenlipiden um so größer ist, je weniger Talgdrüsen in einer Körperregion vorhanden sind (9, 16, 25).

Sehr umstritten ist auch die Herkunft der Paraffine in den Hautoberflächenlipiden. HAAHTI (20), NICOLAIDES (37) sowie GLOOR et al. (9) geben übereinstimmend an, daß die Paraffine bei der gaschromatographischen Analyse eine nahezu symmetrische Peakverteilung bei C - Atomzahlen vor allem zwischen 16 und 32 zeigen. Diese symmetrische Verteilung läßt HAAHTI (21) und GRIMMER (19) eine Biosynthese der Paraffine als unwahrscheinlich erscheinen. Gegen eine Biosynthese sprechen auch Untersuchungen von NICOLAIDES et al. (35), welche einen Einbau von ^{14}C - Acetat in alle anderen auf der Hautoberfläche nachweisbaren Lipide nicht aber in die Paraffine nachweisen konnten. Es muß aber betont werden, daß eine Biosynthese von Paraffinen in biologischem Material grundsätzlich möglich ist (32). Schließlich kann noch eine sekundäre Entstehung von Paraffinen aus anderen Lipiden nicht völlig ausgeschlossen werden (22).

Als weiterer möglicher Ursprung der Paraffine ist die exogene Zufuhr anzusehen, wobei grundsätzlich die direkte Auflagerung auf die Haut sowie die Ausscheidung von Paraffinen, die vorher durch Inhalation oder alimentär aufgenommen wurden, durch die Haut denkbar ist (19, 41). Bei früheren Untersuchungen von GLOOR et al. war, wie bereits erwähnt, aufgefallen, daß zwischen den einzelnen untersuchten Kollektiven sehr erhebliche Unterschiede bezüglich des Paraffinanteils bestanden. Es fiel auf,

daß die Kollektive mit sehr hohen Paraffinanteilen sämtlich in dem sehr trockenen Sommer 1971 untersucht worden waren. Diese Tatsache führte zu der Arbeitshypothese, daß der Paraffinanteil der Luft die Höhe des Paraffinanteils an den Hautoberflächenlipiden bestimmt.

Paraffine gelange auf vielfache Art und Weise neben anderen umweltbelastenden Schadstoffen in die Atmosphäre. Abgase von Zweitakt-, Diesel- und Ottomotoren beinhalten etwa 40 g schwere Kohlenwasserstoffe pro kg verbrannten Kraftstoff. Weiterhin werden Paraffine durch Verdunsten beim Betankungsvorgang und aus Vergasern in die Luft abgegeben. Dazu kommen noch Kohlenwasserstoffe aus Industrieabgasen, die quantitativ aber nur schwer zu erfassen sind (25).

Bei alleiniger Betrachtung der Paraffinemission aus KFZ - abgasen ergibt sich für die gesamte Bundesrepublik Deutschland eine jährliche Menge von 475 000 t (1969), die sich aus dem jährlichen Kraftstoffverbrauch und den emittierten Kohlenwasserstoffen pro kg verbrannten Kraftstoff errechnen läßt; von dieser Menge entfallen auf Ballungsgebiete (Städte mit mehr als 100 000 Einwohnern) 140 000 t (1969) (25). Da nur 3 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland Ballungsgebiete sind, ergibt sich für diese Gebiete eine jährliche Paraffinemission von $18,91 \text{ t/km}^2$. Im übrigen Bundesgebiet errechnet sich dieser Wert zu $1,91 \text{ t/km}^2$ und Jahr. Daraus folgt, daß in Ballungsgebieten eine etwa 10 mal stärkere Emission an gesättigten Kohlenwasserstoffen aus KFZ - Abgasen erfolgt als im übrigen Bundesgebiet. Da die quantitativ nicht erfaßbaren Paraffinanteile der Industrieabgase bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden konnten, ist anzunehmen, daß die Verschmutzung der Luft durch Kohlenwasserstoffe über Ballungsgebieten noch größer ist, als dar-

gestellt. Die Unterschiede im Verschmutzungsgrad der Luft zeigen sich deutlich, wenn Bewohner verkehrsarmer Landgegenden mit Verkehrspolizisten einer industriereichen Großstadt bezüglich des Einflusses der Luftverschmutzung auf die Zusammensetzung der Hautfette verglichen werden. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bestätigen die Vermutung, daß der Paraffingehalt der Luft die Höhe des Paraffinanteiles an den Hautoberflächenlipiden mitbestimmt, eindrucksvoll.

Es konnte jetzt gezeigt werden, daß bei stark abgasexponierten Personen signifikant mehr Paraffine in den Hautoberflächenlipiden nachweisbar sind, als bei wenig abgasexponierten Personen. Außerdem waren bei regenarmen Wetterlagen signifikant mehr Paraffine in den Hautoberflächenlipiden nachzuweisen als bei regnerischem Wetter. Da bei trockenem Wetter die Abgasverschmutzung der Luft stärker ist als bei Regenwitterung (40), sprechen auch diese Ergebnisse dafür, daß der Gehalt der Luft an schweren Kohlenwasserstoffen von nicht geringer Bedeutung für die Menge der in den Hautoberflächenlipiden enthaltenen Paraffine ist. Besonders hervorzuheben ist, daß diese Unterschiede auch quantitativ erheblich sind, so daß davon auszugehen ist, daß der größte Teil der auf der Haut nachweisbaren Paraffine aus den in der Luft als Schadstoffe enthaltenen Kohlenwasserstoffen stammen.

Bemerkenswert ist schließlich, daß bei den vorliegenden Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, daß die nach Entfetten der Haut in 2 Stunden ersetzte Lipidmenge (replacement sum) im Anschluß an die Regenperiode signifikant kleiner war als im Anschluß an die Schönwetterperiode. Dies stimmt mit den Angaben in der Literatur insofern überein, als von zahlreichen Autoren angegeben wird, daß die Talgdrüsensekretion bei höheren Temperaturen stärker ist als bei niederen Temperaturen (1 - 3, 6, 32, 46, 51). Da die Untersuchungen jeweils unter

standardisierten Umweltbedingungen vorgenommen wurden, kann dieser Befund nicht dadurch gedeutet werden, daß die Konsistenz der Lipide, die von der Umgebungstemperatur abhängig ist, Ausmaß und Geschwindigkeit des Lipidersatzes beeinflusst, wie das in der Literatur vielfach angenommen wird (1 - 3, 6, 51). Eher bietet die Beobachtung von WILLIAMS et al. (50), daß die Größe der Talgdrüsenöffnungen von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängig ist, eine Erklärung für diesen Befund.

Insgesamt gesehen machen die vorliegenden Ergebnisse deutlich, daß beim Vergleich von Literaturangaben über den Anteil der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden die angewendete Methode berücksichtigt werden muß. Besonders die direkte Extraktion der Lipide, die Bewertung der replacement sum - Proben und die Wahl der Versuchsstelle lassen interessante Aussagen über die in den obersten Schichten des stratum corneum enthaltenen Paraffine erwarten, wobei auf eine möglichst geringe Paraffinverschmutzung der Lösungsmittel geachtet werden sollte. Weiterhin ist es von Bedeutung, ob die Versuchsperson KFZ - Abgasen ausgesetzt ist oder nicht. Nicht zuletzt spielt auch die Witterung bei der Bewertung von Analysen der Hautoberflächenlipide bezüglich der Paraffine eine nicht geringe Rolle.

D. Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen berichtet, die den Einfluß der Lipidgewinnung sowie der Luftverschmutzung auf den dünn-schichtchromatographisch bestimmten Anteil der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden klären sollen. Es konnte gezeigt werden, daß die Lösungsmittel Aceton, Chloroform und Petroleumbenzin Paraffine in unterschiedlichen Mengen enthalten und daß dabei Petroleumbenzin am günstigsten zu beurteilen ist. Durch Destillieren im Rotationsverdampfer ließ sich der Grad der Paraffinverschmutzung erheblich reduzieren. Darüberhinaus zeigen die vorliegenden Ergebnisse, daß die direkte Extraktion der Lipide mit einem Lösungsmittel zum Nachweis von mehr Paraffinen führt als die Anwendung von Absorptionsmethoden. Schließlich konnte nachgewiesen werden, daß bei Bewertung der nach Entfetten der Haut in 2 Stunden ersetzten Lipide mehr Paraffine gefunden werden als bei der Bewertung der Hautoberflächenlipide auf nicht vorbehandelter und nicht vor Kontakt geschützter Haut. Diese Ergebnisse lassen annehmen, daß Paraffine vor allem in epidermalen Lipiden enthalten sind und daß dementsprechend auch die Wahl der Versuchsstelle den Paraffinanteil maßgeblich beeinflusst. Weiterhin wurde bei 10 stark abgasexponierten und bei 10 nur wenig abgasexponierten Versuchspersonen der Anteil der Paraffine an den Hautoberflächenlipiden bestimmt. Die gleiche Untersuchung wurde bei 10 anderen Versuchspersonen im Anschluß an eine Schönwetterperiode sowie im Anschluß an eine ausgesprochene Regenperiode vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß der Paraffinanteil bei starker Abgasexposition bzw. bei trockenem Wetter signifikant größer ist als bei geringer Abgasexposition bzw. regnerischem Wetter. Die quantitative Beurteilung der Meßwerte zeigt, daß wahrscheinlich der größte Teil der auf der Haut nachweisbaren Paraffine aus der abgasverschmutzten Umwelt auf die Haut gelangt.

E. Literaturverzeichnis

1. Butcher E. C. und J. P. Parnell
The distribution and factors influencing the
amount of sebum on the skin of the forehead
J. invest. Derm. 10, 31 - 38, 1948
2. Butcher E. C. und A. Coonin
The physical properties of human sebum
J. invest. Derm. 12, 249 - 254, 1949
3. Cunliffe W. J., J. L. Burton und S. Shuster
The effect of local temperature variations on
the sebum excretion rate
Brit. J. Derm. 83, 650 - 654, 1970
4. Cunliffe W. J., J. A. Cotterill und B. Williamson
Variation in skin surface lipid composition with
different sampling techniques
Brit. J. Derm. 85, 40 - 45, 1971
5. Cunliffe W. J., J. A. Cotterill, B. Williamson und
R. A. Forster
The relevance of skin surface lipids to acne
vulgaris
Brit. J. Derm. 86, Suppl. 8, 10 - 15, 1972
6. Dünner M.
Der Einfluß physikalischer Faktoren (Druck,
Temperatur) auf die Talgabsonderung des Menschen
Dermatologica (Basel) 93, 249 - 271, 1946
7. Gent C. M. van
Separation and microdetermination of lipids by
thin layer chromatography followed by densitometry
Z. anal. Chem. 236, 344 - 350, 1968
8. Gloor M., U. Schulz, G. Wieland und I. Wiegand
Untersuchungen über einen Zusammenhang zwischen
Menge und Zusammensetzung der Hautoberflächen-
lipide - 1. Mitteilung
Fortschr. Med. 90, 325 - 327, 1972

9. Gloor M., M. Kionke, R. Strack und H. C. Friederich
Untersuchungen über einen Zusammenhang zwischen
Menge und Zusammensetzung der Hautoberflächen-
lipide - 2. Mitteilung
Fortschr. Med. 90, 1271 - 1274 und 1278, 1972
10. Gloor M., U. Graumann, M. Kionke, I. Wiegand und
H. C. Friederich
Menge und Zusammensetzung der Hautoberflächen-
lipide bei Patienten mit Akne vulgaris und ge-
sunden Vergleichspersonen - 1. Mitteilung
Arch. Derm. Forsch. 242, 316 - 322, 1972
11. Gloor M., I. Wiegand und H. C. Friederich
Über Menge und Zusammensetzung der Hautoberflä-
chenlipide beim sogenannten seborrhoischen Ekzem
Derm. Mschr. 158, 759 - 764, 1972
12. Gloor M., J. Breitinger und H. C. Friederich
Über die Zusammensetzung der Hautoberflächen-
lipide bei Seborrhoea oleosa und Seborrhoea sicca
Arch. Derm. Forsch. 247, 59 - 64, 1973
13. Gloor M., I. Wiegand, Ch. Baumann und H. C. Friederich
Über Menge und Zusammensetzung der Hautoberflä-
chenlipide bei Rosacea
Derm. Mschr. 160, 468 - 473, 1974
14. Gloor M. und H. C. Friederich
Über die Zusammensetzung der Comedonenlipide bei
Morbus Favre - Racouchot
Hautarzt, 25, 439 - 441, 1974
15. Graumann U.
Über Menge und Zusammensetzung der Hautoberflä-
chenlipide bei Akne vulgaris sowie deren Beein-
flußbarkeit durch Tetracycline
Inauguraldissertation Marburg / Lahn 1972
16. Greere R. S., D. T. Downing, P. E. Pochi und
J. S. Strauss
Anatomical variation in the amount and com-
position of human skin surface lipid
J. invest. Derm. 54, 240 - 247, 1970

17. Griesemer R. D. und R. W. Thomas
Lipogenesis in human skin
III. Variation with body site
J. invest. Derm. 41, 235 - 238, 1963
18. Grimmer G., J. Jakob und J. Kimmig
Difference between the composition of positional
isomeric fatty acids from psoriatic scales and
normal human skin
Z. klin. Chem. klin. Biochem. 9, 111 - 116, 1971
19. Grimmer G.
Diskussionsbemerkung
Vortragstagung der Dtsch. Gesellsch. f. Fett-
forschung, München 14.10. 1971
20. Haahti E.
Maior lipid constituents of human skin surface
with special reference to gaschromatographic
methods
Scand. J. clin. Lab. Invest. 13, Suppl. 59,
1 - 108, 1961
21. Haahti E.
Ungewöhnliche Lipide der menschlichen und
tierischen Haut
Vortragstagung der Dtsch. Gesellsch. f. Fett-
forschung, München 14. 10. 1971
22. Henseke G. und H. Schiefer
Über den Paraffingehalt und die Depilationswir-
kung des menschlichen Talgfettes
Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. 324, 58 - 70, 1961
23. Herrmann F. und S. H. Prose
Studies on the ether-soluble substances on
the human skin
I. Quantity and replacement sum
J. invest. Derm. 16, 217, 1951
24. Herrmann F., H. Ippen, H. Schäfer und G. Stüttgen
Biochemie der Haut
G. Thieme Verlag Stuttgart 1973

25. Holste, Behling, Busch, Dienstdorf, Klamann, Koberstein, Kral, Lübke, Meurer, Müller, Mühlberg, Pöhler, Rossenbeck, Schmid, Schmidt, Suhr, Stüber, Theunissen, Wörner
Beitrag der Arbeitsgruppe "Verkehr"
in: Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung, S. 463 - 509
Verlag Dr. Hans Heger, Bonn 1971
26. Honsig Ch.
Vergleichenden Untersuchungen über Lipidgehalt und Regenerationszeit an der Innenseite von Hand und Vorderarm unter Berücksichtigung des Spreiteffektes
Inauguraldissertation München 1967
27. Horáček H.
Some comments on the biochemistry of the keratinizing epidermis
Ann. ital. Derm. clin. sper. 23, 5 - 10, 1969
28. Jakob J.
Änderung der Zusammensetzung und Struktur der Hautlipide bei Psoriasis
Vortragstagung der Dtsch. Gesellsch. f. Fettforschung, München 14. 10. 1971
29. Kanngieser W.
Dünnschichtchromatische Untersuchungen des Zellfettes von der Palmarfläche
Hautarzt 19, 219 - 225, 1968
30. Kaufmann H. P., A. Szakall und J. Budwig
Die Papierchromatographie auf dem Fettgebiet
8. Lipoidnachschieb in der lebenden menschlichen Haut und seine papierchromatographische Bestimmung
Fette - Seifen 53, 406 - 408, 1951
31. Kellum R. E.
Human sebaceous gland lipids
Analysis by thin layer chromatographie
Arch. Derm. 95, 218 - 220, 1967

32. Kolattukudy P. E.
Biosynthesis of surface lipids
Science 159, 498 - 505, 1968
33. Kuhn - Bussius H.
Messungen von Regeneration und jahreszeitlichen
Schwankungen des Hautfettes beim Menschen
1. Jahrestagung für dermatologische Forschung
Düsseldorf 24. u. 25. 11. 1973
34. Lewis C. A., B. J. Halyward und R. M. B. Mackenna
Saturated hydrocarbons in skin surface lipids
Brit. J. Derm. 77, 303 - 308, 1965
35. Nicolaides N., O. K. Reiss und R. G. Langdon
Studies on the in vitro lipid metabolism of the
human skin
I. Biosynthesis in scalp skin
J. Amer. chem. Soc. 77, 1535 - 1538, 1955
36. Nicolaides N. und St. Rothman
The site of sterol and squalene synthesis in the
human skin
J. invest. Derm. 24, 125 - 129, 1955
37. Nicolaides N.
Human surface lipids - origin, composition and
possible function
in: Advances in biology of skin Vol 4 von
W. Montagna, R. E. Ellis und A. F. Silver
S. 167 - 187
Pergamon Press, Oxford London New York Paris 1963
38. Nicolaides N.
Skin lipids
IV. Biochemistry and function
J. Amer. Oil. Chem. Soc. 33, 708 - 712, 1965
39. Nicolaides N., M. A. Ansari, H. C. Fu und
D. G. Lindsay
Lipid composition of comedones compared with that
of human skin surface in acne patients
J. invest. Derm. 54, 487 - 495, 1970

40. Oels, Surendorf, Walz, Kunstein, Eickelpasch, Gottberg, Goerke, Henkel, Häntzsche, Lwowski, Palandt, Prüter, Schlipköter, Schmitt, Schwarz, Fischer, Oberbacher, Schmid
Beitrag der Projektgruppe "Reinhaltung der Luft"
in: Materialienband zum Umweltprogramm der Bundesregierung, S. 201 - 223
Verlag Dr. Hans Heger, Bonn 1971
41. O'Neill H. J., L. L. Gersbein und R. G. Scholz
Identification of pristane in human sebum and related lipid sources
Biochem. Biophys. Res. Commun. 35, 946 - 952, 1969
42. Peter G., F. Schröpl, R. Lippross und G. Weis
Gaschromatographische Untersuchungen der Talgdrüsenlipide - 1. Bestimmung der Gesamtlipide
Arch. klin. exp. Derm. 239, 12 - 21, 1970
43. Peter G. und R. Peter
Untersuchungen über die Zusammensetzung des palmaren Hautoberflächenfettes im Altersablauf und deren biochemische Grundlage
Arch. Derm. Forsch. 241, 141 - 147, 1971
44. Randerath K.
Dünnschicht - Chromatographie
Verlag Chemie, Weinheim 2. Auflage 1965
45. Sachs L.
Angewandte Statistik
Planung und Auswertung, Methoden und Modelle
Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York 1973
46. Schäfer H.
The quantitative differentiation of sebum excretion using physical methods
J. Soc. cosm. Chem. 24, 331 - 353, 1973
47. Strauss J. S. und P. E. Pochi
The quantitative gravimetric determination of sebum production
J. invest. Derm. 36, 293 - 298, 1961

48. Wheatley V. R.
Sebum: its chemistry and biochemistry
Amer. Parf. 68, 37 - 41, 1956
49. Wheatley V. R.
Biochemistry of sebum
J. Soc. cosm. Chem. 10, 206 - 214, 1959
50. Williams M., W. J. Cunliffe und D. Gould
Unveröffentlichte Ergebnisse, zitiert nach
Williams M., W. J. Cunliffe, B. Williamson,
R. A. Forster, J. A. Cotterill und J. C. Edwards
The effect of lokal temperature cheanges on
sebum excretion rate and forehead surface
composition
Brit. J. Derm. 88, 257 - 262, 1973
51. Zehender F. und M. Dünner
Untersuchungen über die Methoden zur Messung
der menschlichen Hautsekretion
Dermatologica (Basel) 93, 355 - 372, 1946

Es ist mir eine angenehme Pflicht an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Friederich für die freundliche Überlassung des Themas zu danken. Weiterhin möchte ich Herrn Dr. med. habil. Gloor für die wohlwollend erteilten Ratschläge und die jederzeitige Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und bei der Abfassung der Arbeit meinen geziemenden Dank aussprechen. Herrn Prof. Dr. Bernhardt danke ich für die Übernahme des ~~Kor~~referats.

Außerdem gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Leonhardi von der Universitätshautklinik Frankfurt, der die Durchführung der dort stattgefundenen Versuche ermöglichte sowie Herrn Dr. Haarländer vom Deutschen Wetterdienst, der mir großzügigerweise Wetter- und Klimatabellen zur Verfügung stellte.

Schließlich möchte ich auch dem gesamten Personal des biochemischen Labors der Dermatologischen Universitätsklinik Marburg für die erhaltenen technischen Ratschläge danken.

Lebenslauf

Ich, Helmut Josephs, wurde am 18. April 1949 als Sohn der Eheleute Stephan Josephs und seiner Frau Hedwig, geborene Gehlen, in Monschau geboren. Nach Absolvierung der Volksschule in Monschau wurde ich 1960 in das St.-Michael - Gymnasium Monschau aufgenommen, wo ich am 31. Mai 1968 die Reifeprüfung ablegte.

Am 1. Juli 1968 wurde ich zum Wehrdienst eingezogen. Ich schlug die Reserveoffizierlaufbahn ein und schied nach zwei Jahren als Fähnrich aus der Bundeswehr aus.

Am 24. Oktober 1970 heiratete ich Fraulein Helga Ingelmann aus Monschau.

Zum Wintersemester 1970/71 begann ich das Studium der Physik an der Albertus - Magnus - Universität zu Köln, welches mir der Regierungspräsident in Kassel auf das Studium der Zahnheilkunde anrechnete, zu dem ich mich im folgenden Sommersemester 1971 an der Philipps - Universität Marburg immatrikulierte. Seither studiere ich Zahnheilkunde an der Philipps - Universität, wo ich nach dem Sommersemester 1971 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und nach dem Wintersemester 1972/73 die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Am 18.11.1975 bestand ich vor dem Prüfungsausschuß in Marburg das zahnmedizinische Staatsexamen.

Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer an der Albertus - Magnus -
Universität zu Köln waren die Damen und Herren
Professoren:

Baudler, Benninghoven, Dietz, Happ, Jahrreiß, Lutz,
Meyer, Schütz, Vahs und Weber.

Meine akademischen Lehrer an der Philipps - Universität
Marburg / Lahn waren die Damen und Herren
Professoren:

Amon, Aurich, Aziz, Bernhardt, Bode, Braasch, Castenholz,
Dehnicke, Dennhardt, Dimroth, Friederich, Fruhstorfer,
Golenhofen, Haberich, Hennis, Hensel, Hering, Heuser,
Hort, Janke, Karlson, Kleinsasser, Koeke, Koransky,
Ludwig, Oemig, Petry, Pfütz, Priebe, Rohen, Richter,
Rupec, Schachtschabel, Schiff, Schneider, Schnell,
Schmid, Schmidt, Schmitz - Moormann, Seidel, Thoenes,
Walcher und Wesemann.

